

TUGAS AKHIR - RG 141536

ANALISIS SPASIAL PENCEMARAN AIR DENGAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (STUDI KASUS: DAERAH MUARA KALI LAMONG, SURABAYA)

RENITA ELIZABETH SIANIPAR
NRP 3513 100 0591

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS SPASIAL PENCEMARAN AIR DENGAN
CITRA SATELIT MULTITEMPORAL
(STUDI KASUS: DAERAH MUARA KALI LAMONG,
SURABAYA)**

**RENITA ELIZABETH SIANIPAR
NRP 3513 100 091**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.**

**Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATED THESIS - RG 141536

**SPATIAL ANALYSIS OF WATER POLLUTION
USING MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY
(CASE STUDY: KALI LAMONG ESTUARY,
SURABAYA)**

RENITA ELIZABETH SIANIPAR
NRP 3513 100 091

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS SPASIAL PENCEMARAN AIR DENGAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (STUDI KASUS: DAERAH MUARA KALI LAMONG, SURABAYA)

Nama : Renita Elizabeth Sianipar
NRP : 3513 100 091
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

ABSTRAK

Air merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya, sehingga untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis. Pada perbatasan kota Surabaya dan Gresik terdapat pusat industri yang terletak di pesisir pantai utara Surabaya tepatnya di pinggir Kali Lamong. Kali Lamong diperkirakan memiliki masalah penurunan kualitas air karena banyaknya industri yang tumbuh di Kali Lamong dan limbah pabrik mengalir di sepanjang Kali Lamong menuju muaranya. Dengan melihat kondisi tersebut, diduga terdapat pencemaran pada Kali Lamong.

Kondisi pencemaran air di suatu perairan dapat diindikasikan melalui beberapa parameter, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisik yang dapat diamati antara lain adalah temperatur, residu terlarut, dan residu tersuspensi (TSS). Sedangkan untuk parameter kimia antara lain pH, BOD, COD, serta kandungan logam lainnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat titik tercemar berdasarkan parameter BOD di 4 titik. Hasil dari uji sampel parameter diklasifikasikan berdasarkan baku mutu air PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian air kelas IV. Hasil yang didapat menunjukkan adanya 4 titik sampel yang memiliki kadar BOD (Biological Oxygen

Demand) diluar ambang batas. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa perairan di Kali Lamong tercemar.

Kata Kunci : BOD, Kali Lamong, Pencemaran Air

SPATIAL ANALYSIS OF WATER POLLUTION USING MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY (CASE STUDY: KALI LAMONG ESTUARY, SURABAYA)

Name : Renita Elizabeth Sianipar
NRP : 3513 100 091
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS.

ABSTRACT

Water is an important component of the environment for the survival and life of humans and other living beings. It's necessary to manage and control water pollution wisely by considering the ecological balance. On the border of the Surabaya and Gresik, there's an industrial center located on the north coast of Surabaya. Kali Lamong is estimated to have water quality degradation problems due to growing numbers of industries in Kali Lamong and factory wastes flowing downstream. By looking at the condition, it's suspected that there is pollution in Kali Lamong. Water pollution can be indicated through several parameters such as physical parameter, chemical parameter, and biological parameter. Physical parameters that can be observed include temperature, dissolve residue, and suspended residue (TSS). As for the chemical parameters such as pH, BOD (Biochemical Oxygen Demand), (COD) Chemical Oxygen Demand (COD), and other metal content. The result of this study indicate that there are polluted points based on BOD parameters at 4 points. The result of sampling test is classified based on PP. 82 of 2001 on Water Quality Management and Water controlling with with fourth class purpose. The result showed that there are 4 sample points that have BOD (Biological Oxygen Demand) content beyond the threshold. It can be concluded that waters in Kali Lamong is polluted.

Keywords : BOD, Kali Lamong, Water pollution

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA SPASIAL PENCEMARAN AIR DENGAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (STUDI KASUS : DAERAH MUARA KALI LAMONG, SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RENITA ELIZABETH SIANIPAR

NRP. 3513 100 091

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Bangun Mulia
NIP. 1953 0527 1983 01



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

“ANALISIS SPASIAL PENCEMARAN AIR DENGAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (STUDI KASUS : DAERAH MUARA KALI LAMONG, SURABAYA)”

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap Strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Bapak Antonius Sianipar dan Ibu Friska Dewi Riana Sinaga, selaku orang tua yang selalu memberikan doa, perhatian, bimbingan, dan dukungan moral serta material kepada penulis.
2. Virna, Samuel, Angeline selaku adik-adik penulis yang selalu menghibur dengan keunikannya masing-masing.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan, ilmu yang diajarkan selama ini dan Bapak dan Ibu Tata Usaha, serta seluruh staff dan karyawan Teknik Geomatika yang telah membantu kelancaran proses akademis.
5. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika angkatan 2013 atas bantuan dan kerjasama selama kuliah dan pada saat penyusunan tugas akhir ini.
6. Teman-teman Barokah LA 2014 PSM ITS yang mengisi dunia perkuliahan penulis serta menemani penulis baik dalam suka maupun duka.

7. Danuja Wijayanto, yang tidak pernah lelah memberi dukungan, semangat, motivasi, serta menemani penulis selama berkuliah di Teknik Geomatika ITS.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan dalam aktifitasnya kepada semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Besar harapan penulis tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Sekian dan terima kasih

Surabaya, Juli 2017

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
2.1 Pencemaran Air.....	5
2.2 Parameter Pencemaran Air	6
2.4 Penginderaan Jauh	8
2.5 Pengolahan Citra Digital.....	9
2.5.1 Perhitungan Kekuatan Jaring Tiitk Kontrol	9
2.5.3 Koreksi Geometrik.....	10
2.5.4 Algoritma TSS	12
2.5.5 Koreksi Radiometrik.....	12
2.6 Uji Korelasi.....	13
2.7 Citra Landsat 8.....	14
2.8 Citra Pleiades	15
2.9 Kali lamong.....	16
2.10 Penelitian Terdahulu	17
BAB III	19
3.1 Lokasi Penelitian.....	19
3.2 Data dan Peralatan	19

3.2.1	Data	19
3.2.2	Peralatan.....	20
3.3	Metodologi Penelitian.....	20
3.3.1	Tahap Pelaksanaan.....	20
3.3.2	Tahap Pengolahan.....	23
BAB IV	27
4.1	Data Citra.....	27
4.2	Penajaman Citra (<i>Pansharpening</i>).....	29
4.3	Pemotongan Citra.....	30
4.4	Pembuatan Desain Jaring Titik Kontrol dan Perhitungan SoF	31
4.5	Perhitungan SOF.....	32
4.6	Hasil Pengukuran Lapangan	33
4.6.1	Hasil Pengukuran <i>Ground Control Point</i> (GCP) ...	33
4.7	Koreksi Geometrik.....	35
4.8	Uji Ketelitian Geometrik.....	36
4.9	Koreksi Radiometrik.....	38
4.10	Uji Sampel Parameter Air.....	40
4.10.1	Deskripsi Titik Sampel Parameter	40
4.10.2	Hasil Uji Sampel Parameter.....	42
4.11	Korelasi Antara Hasil Uji Sampel Parameter TSS di Lapangan dengan Citra Satelit	46
BAB V	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penginderaan Jauh Elektronik dari Permukaan Bumi .	9
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan.....	21
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan.....	23
Gambar 4. 1 Raw Data Pleiades 1A.....	28
Gambar 4. 2 Raw Dara Landsat.....	29
Gambar 4.3 Citra Pleiades multispektral (A), pankromatik (B) dan hasil pansharpening (C)	30
Gambar 4.4 Hasil Pemotongan Citra Pleiades 1A	31
Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra Landsat 8.....	31
Gambar 4.6 Desain Jaring Titik Kontrol Tanah Citra Pleiades 1A	32
Gambar 4.7 Desain Jaring Titik Kontrol Tanah Citra Landsat 8 ...	32
Gambar 4.8 Nilai Digital Number Citra Pleiades 1A	38
Gambar 4.9 Nilai Reflektan Citra Pleiades 1A.....	38
Gambar 4.10 Daerah titik KK.....	41
Gambar 4.11 Daerah titik PGN.....	41
Gambar 4. 12 Peta Persebaran BOD	46
Gambar 4.13 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Pleiades 2015	47
Gambar 4.14 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Landsat 8 4 Juli 2016.....	48
Gambar 4.15 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Landsat 13 Februari 2017	49

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Pencemaran Air	7
Tabel 2.2 Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat 8).....	14
Tabel 2.3 Spesifikasi Kanal Spektral Sensor Pencitra LDCM (Landsat 8)	15
Tabel 2.4 Karakteristik Pleiades 1A	15
Tabel 4. 1 Daftar Citra yang Digunakan	27
Tabel 4.2 Koreksi Koordinat SRGI BIG.....	34
Tabel 4.3 Data Koordinat GCP dari SRGI.....	34
Tabel 4.4 Data Pengukuran <i>Independent Check Point</i>	34
Tabel 4.5 Nilai Total RMSE Landsat 8 (4 Juli 2016)	35
Tabel 4.6 Nilai Total RMSE Landsat 8 (13 Februari 2017)	35
Tabel 4.7 Nilai Total RMSE Pleiades 1A Tahun 2015	36
Tabel 4.8 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1A Hasil Rektifikasi	37
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Akurasi Horizontal pada Citra Satelit Pleiades 1A	37
Tabel 4.10 Parameter Metode 6SV	39
Tabel 4.11 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Landsat 8.....	39
Tabel 4.12 Hasil Sampel Parameter pH.....	42
Tabel 4.13 Hasil Sampel Parameter COD	43
Tabel 4.14 Hasil Sampel Parameter BOD	43
Tabel 4.15 Hasil Sampel Parameter TSS	43
Tabel 4.16 Hasil Sampel Parameter Seng.....	44
Tabel 4.17 Matriks Parameter Hasil Pencemaran	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 <i>Strength of Figure</i>	10
Rumus 2.2 <i>Root Mean Square Error</i>	11
Rumus 2.3 Algoritma TSS Laili (2015).....	12
Rumus 2.4 Rumus Konversi DN ke Reflektan	12
Rumus 2.5 Uji Korelasi.....	13

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Perhitungan *Strength of Figure* (SoF)
- Lampiran 2. Metadadata Citra Satelit
- Lampiran 3. Formulir dan Dokumentasi Pengukuran GCP
- Lampiran 4. Biodata Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia serta untuk memajukan kesejahteraan yang merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Air juga merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya, sehingga untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis (PP No. 82 tahun 2001).

Pada perbatasan kota Surabaya dan Gresik terdapat pusat industri yang terletak di pesisir pantai utara Surabaya, tepatnya di pinggiran Kali Lamong. Kali Lamong diduga memiliki masalah penurunan kualitas air karena banyaknya industri yang tumbuh di Kali Lamong dan limbah pabrik mengalir di sepanjang Kali Lamong menuju muaranya (Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik, 2011). Dengan melihat kondisi tersebut, diduga terdapat pencemaran pada Kali Lamong.

Menurut PP RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air, pencemaran air merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Kondisi pencemaran air di suatu perairan dapat diindikasikan melalui beberapa parameter, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisik yang dapat diamati antara lain adalah temperatur, residu terlarut, dan residu tersuspensi. Sedangkan untuk parameter kimia antara lain pH, BOD, COD, serta kandungan logam lainnya. Pada penelitian kali ini dilakukan dua jenis pendekatan secara langsung dan tidak langsung. Untuk pendekatan tidak langsung

melalui penginderaan jarak jauh, digunakan 2 jenis citra yaitu citra resolusi sangat tinggi (Pleiades) dan sedang (Landsat 8) untuk memperoleh nilai pendekatan dari parameter TSS (*Total Suspended Solid*). Parameter fisik yang diamati secara langsung di lapangan adalah residu tersuspensi, sedangkan untuk parameter kimia antara lain pH, BOD, COD, serta kandungan logam Zinc (Seng).

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan yaitu :

- a) Bagaimana cara mengetahui kualitas air di Kali Lamong
- b) Bagaimana keadaan serta status air di muara Kali Lamong
- c) Bagaimana persebaran pencemaran di muara Kali Lamong

1.3 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup tugas akhir ini terbatas, dengan garis besar kajian sebagai berikut:

- a) Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah daerah muara Kali Lamong.
- b) Data inti yang digunakan adalah data Citra Landsat 8 , Citra Pleiades tahun 2016, dan Peta RBI 1 : 25.000.
- c) Parameter yang digunakan adalah pH, BOD, COD, TSS, dan Seng.
- d) Hasil dari penelitian ini adalah peta distribusi pencemaran pada muara Kali Lamong, Surabaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Memahami pencemaran serta faktor-faktor yang menyebabkan pencemaran
- b) Mendapatkan gambaran Peta Penyebaran Pencemaran berdasarkan data pengukuran sampel kualitas air

- c) Menganalisis pencemaran yang terjadi di daerah muara Kali Lamong

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah memahami lebih dalam tentang pencemaran khususnya perairan, serta mendapatkan gambaran pencemaran di Kali Lamong melalui Peta Tingkat Pencemaran dan Peta Penyebaran Pencemaran Air. Peta tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan keputusan berkaitan dengan aspek lingkungan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Kristanto (2002) pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal.

Menurut Darmano (1995), pencemaran air terdiri dari bermacam-macam jenis, antara lain:

- a. Pencemaran Mikroorganisme dalam Air
Berbagai kuman penyebab penyakit pada makhluk hidup seperti bakteri, virus, protozoa, dan parasit sering mencemari air. Kuman yang masuk ke dalam air tersebut berasal dari buangan limbah rumah tangga maupun buangan dari industri peternakan, rumah sakit, tanah pertanian dan lain sebagainya. Pencemaran dari kuman penyakit ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit pada orang yang terinfeksi. Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air ini disebut water-borne disease dan sering ditemukan pada penyakit tifus, kolera, dan disentri.
- b. Pencemaran Air oleh Bahan Anorganik Nutrisi Tanaman
Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat dalam bidang pertanian telah dilakukan sejak lama secara meluas. Pupuk kimia ini dapat menghasilkan produksi tanaman yang tinggi sehingga menguntungkan petani. Tetapi di lain pihak, nitrat dan fosfat dapat mencemari sungai, danau, dan lautan. Sebetulnya sumber pencemaran nitrat ini tidak hanya berasal dari pupuk pertanian saja, karena di atmosfer bumi mengandung 78% gas nitrogen. Pada waktu hujan dan terjadi kilat dan petir, di udara akan terbentuk amoniak dan nitrogen terbawa air hujan menuju permukaan tanah.

Nitrogen akan bersenyawa dengan komponen yang kompleks lainnya.

c. Pencemar Bahan Kimia Anorganik

Bahan kimia anorganik seperti asam, garam dan bahan toksik logam lainnya seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg) dalam kadar yang tinggi dapat menyebabkan air tidak enak diminum. Disamping dapat menyebabkan matinya kehidupan air seperti ikan dan organisme lainnya, pencemaran bahan tersebut juga dapat menurunkan produksi tanaman pangan dan merusak peralatan yang dilalui air tersebut (karena korosif).

d. Pencemar Bahan Kimia Organik

Bahan kimia organik seperti minyak, plastik, pestisida, larutan pembersih, detergen dan masih banyak lagi bahan organik terlarut yang digunakan oleh manusia dapat menyebabkan kematian pada ikan maupun organisme air lainnya. Lebih dari 700 bahan kimia organik sintetis ditemukan dalam jumlah relatif sedikit pada permukaan air tanah untuk diminum di Amerika, dan dapat menyebabkan gangguan pada ginjal, gangguan kelahiran, dan beberapa bentuk kanker pada hewan percobaan di laboratorium.

2.2 Parameter Pencemaran Air

Parameter pencemaran badan air yang akan digunakan adalah baku mutu air di PP No. 82 tahun 2001. Menurut PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air, baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Berikut ini adalah batas kriteria mutu air berdasarkan kelas menurut PP No. 82 tahun 2001 yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 2.1 Parameter Pencemaran Air

PARAMETER	SATUAN	KELAS			
		I	II	III	IV
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400
pH	mg/L	6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas sebagai berikut:

- a. Kelas I (satu), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas II (dua), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas III (tiga), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas IV (empat), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian dan atau

peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pada penelitian ini, akan digunakan klasifikasi dengan batas **kelas IV**, yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanaman dan atau peruntukan lainnya.

2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni dalam memperoleh informasi tentang suatu objek, area, gejala melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa kontak langsung dengan objek, area, gejala yang diamati (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2004)

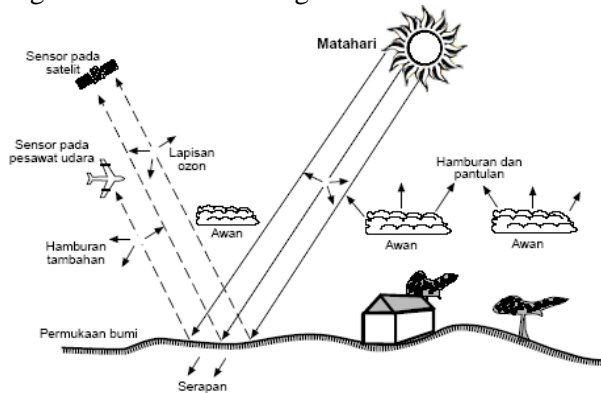
Dengan menggunakan banyak variasi sensor, data dapat diambil melalui jarak jauh dan dianalisa untuk mendapatkan informasi mengenai objek, area, atau gejala yang sedang diamati. Data yang didapatkan melalui jarak jauh dapat memiliki beberapa bentuk, termasuk variasi pada distribusi gaya, distribusi gelombang akustik, atau distribusi gelombang elektromagnetik.

Sensor yang terdapat pada citra memperoleh data pada seluruh fitur permukaan bumi dan merefleksikan energi elektromagnetik, dan data ini dianalisa untuk memberikan informasi tentang sumber yang diselidiki.

Penginderaan jauh memiliki dua proses dasar yakni akuisi data dan analisis data. Elemen yang terdapat pada proses akuisisi data yakni a) sumber energi, b) perambatan energi melalui atmosfer, c) interaksi energi dengan fitur permukaan bumi, d) transmisi ulang energi melewati atmosfer, e) sensor *airbone*, f) hasil dari pembentukan data sensor pada bentuk gambar digital, g) kita menggunakan sensor untuk merekam variasi data pada permukaan bumi yang mencerminkan dan memancarkan energi elektromagnetik.

Pada proses analisis melibatkan pemeriksaan data menggunakan berbagai tampilan dan alat interpretasi untuk

menganalisa data *pictoral* atau sebuah komputer untuk menganalisa data sensor digital.



Gambar 2. 1 Penginderaan Jauh Elektronik dari Permukaan Bumi
(Sumber: Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2004)

Dalam konteks analisis digital data penginderaan jauh, *preprocessing* merujuk pada operasi sebelum analisis prinsipal dilakukan. Pada operasi *preprocessing* termasuk didalamnya yaitu (1) *preprocessing* radiometrik untuk menyesuaikan nilai digital untuk efek dari atmosfer dan (2) *preprocessing* geometrik untuk membawa citra pada proses registrasi agar memiliki geometri yang benar (Campbell & Wynne, 2011). Setelah koreksi berhasil dibuat maka data dapat digunakan sebagai analisis utama.

2.5 Pengolahan Citra Digital

2.5.1 Perhitungan Kekuatan Jaring Tiitik Kontrol

Sebelum melakukan koreksi geometrik pada citra perlu adanya desain jaring kontrol yang bertujuan untuk menghitung kekuatan jaring dari citra tersebut. Kekuatan jaring kontrol (*Strength of Figure*) dapat dihitung dengan menggunakan perataan bersyarat dan perataan parameter.

a. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *strength of figure*. Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk

menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor baseline dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut: (Abidin,2000)

$$\text{Besar SOF} = \frac{\text{Trace}(A^T A)^{-1}}{\text{jumlah parameter}} \quad (2.1)$$

Dimana:

A = matrik desain

Jumlah parameter merupakan $n - u$. Sedangkan:

n = jumlah baseline \times 3 komponen per baseline

u = jumlah titik \times 3 komponen koordinat per titik

2.5.3 Koreksi Geometrik

Pada prinsipnya koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari koreksi geometrik (Danoedoro, 1996).

Distorsi geometrik dapat terjadi karena faktor-faktor seperti variasi ketinggian satelit, ketinggian satelit, dan kecepatannya. Prosedur yang diterapkan dalam koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi ke dalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang sistematis atau dapat diperkirakan sebelumnya dan distorsi yang dipandang acak atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya (Lillesand dan Kiefer, 2004).

Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan yaitu (1) melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) agar citra koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi, (2) registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau

citra multi temporal, (3) registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Berikut adalah rumus untuk menghitung *Root Mean Square Error* (BIG, 2014).

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n ((X_i' - X_i)^2 + (Y_i' - Y_i)^2)}}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan:

X' dan Y' = koordinat hasil transformasi

X dan Y = koordinat titik kontrol tanah

n = jumlah titik kontrol tanah

Syarat penentuan objek untuk titik kontrol (GCP maupun ICP) adalah sbb:

- a. Obyek yang dijadikan GCP harus dapat diidentifikasi secara jelas dan akurat pada citra dalam resolusi tersebut.
- b. Obyek harus berada pada permukaan tanah.
- c. Obyek bukan merupakan bayangan.
- d. Obyek tidak memiliki pola yang sama.
- e. Obyek merupakan permanen dan diam serta diyakini tidak akan mengalami perubahan atau pergeseran pada saat pengukuran GNSS.
- f. Bentuk obyek harus jelas dan tegas.
- g. Warna obyek harus kontras dengan warna disekitarnya.
- h. Terdapat akses menuju lokasi GCP.
- i. Bangunan dapat dipilih menjadi objek titik kontrol tanah dengan syarat adalah sebagai berikut:
 - Tidak ada objek lain selain bangunan
 - Merupakan bangunan konkrit / bukan bangunan sementara
 - Bukan bangunan bertingkat. Ketinggian bangunan maksimal 3 meter.
 - Objek yang diukur merupakan sudut atap dan bukan sudut tembok bagian dalam bangunan.

2.5.4 Algoritma TSS

Pada penelitian kali ini akan digunakan algoritma untuk perolehan nilai TSS pada citra Landsat 8 dengan menggunakan algoritma Laili (2016) sebagai berikut:

$$TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = 31.42 \frac{(\text{Log}(RRS \text{ Blue}))}{(\text{Log}(RRS \text{ Red}))} - 12.719 \quad (2.3)$$

2.5.5 Koreksi Radiometrik

Konversi Digital Number ke Reflektan merupakan salah satu dari koreksi radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya, umumnya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai kesalahan utama (Danoedoro, 1996).

Konversi Digital Number ke Reflektan dilakukan karena inputan dari transformasi indeks vegetasi yaitu NDVI menggunakan reflektan dari citra. Rumus konversi DN ke Reflektan pada citra Landsat adalah sebagai berikut:

$$\rho\lambda' = MpQcal + Ap \quad (2.4)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk mengkonversi DN ke dalam bentuk reflektan, $\rho\lambda'$ merupakan nilai Reflektan, Mp yaitu Faktor multiplicative rescaling setiap band dari metadata, Ap adalah Faktor additive rescaling setiap band dari metadata, dan $Qcal$ adalah nilai Digital Number dari tiap band.

2.6 Uji Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan asosiasi (hubungan) linear antara dua variabel. Korelasi tidak menunjukkan hubungan fungsional atau dengan kata lain, analisis korelasi tidak membedakan antara variabel dependen dengan variabel independen. Pendekatan korelasi menggunakan persamaan regresi linier sederhana dapat dituliskan sebagai berikut:

$$r = \sqrt{\frac{n (\Sigma xy) - (\Sigma x) \cdot (\Sigma y)}{n (\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2 n (\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2}} \quad (2.5)$$

Rumus diatas merupakan fungsi korelasi dari regresi linier sederhana. Dimana n adalah jumlah variabel, x adalah nilai variabel X dan y adalah nilai variabel Y dan r adalah hubungan variabel X dengan variabel Y (Furqon, 1999 dalam Kartikasari, 2015).

Tabel 2.2 Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

(Sumber: Sugiyono, 2007)

Kategori	Rentang Koefisien Korelasi
Sangat Rendah	0,00 – 0,199
Rendah	0,2 – 0,399
Sedang	0,4 – 0,599
Kuat	0,6 – 0,799
Sangat Kuat	0,80 – 1,00

Untuk melihat seberapa besar tingkat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara parsial digunakan koefisien determinasi. Koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi sebagai ukuran untuk mengetahui kemampuan dari masing-masing variabel yang digunakan. Koefisien determinan berkisar antara nol sampai dengan satu ($0 \leq$

$R^2 \leq 1$). Hal ini berarti bila $R^2 = 0$ menunjukkan tidak adanya pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen, bila R^2 semakin besar mendekati 1 menunjukkan semakin kuat pengaruh dan begitu pula kebalikannya (Sugiyono, 2013).

2.7 Citra Landsat 8

Landsat-8 diluncurkan oleh NASA pada 11 Februari 2013. Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS (USGS, 2013).

Tabel 2.3 Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat 8)
(USGS, 2013)

Parameter Orbit Satelit Landsat-8	
Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sikron matahari
Ketinggian	05 km
Inklinasi	8.2°
Periode	9 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa(Local Time Descending Node-LTDN)	Jam 10:00 s.d 10:15
nominal	pagi

Tabel 2.4 Spesifikasi Kanal Spektral Sensor Pencitra LDCM
(Landsat 8)
(USGS, 2013)

No Kanal	Kanal	Kisaran Spektral	Penggunaan Data	Resolusi Spasial	Radiance	SNR
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal Zone</i>	30	40	130
2	Biru	450-515	<i>Pigments/Scatter/Coastal</i>	30	40	130
3	Hijau	525-600	<i>Pigments/coastal</i>	30	30	100
4	Merah	630-680	<i>Pigments/coastal</i>	30	22	90
5	Infra Merah	845-885	<i>Foliage/coastal</i>	30	14	90
6	SWIR2	1560-1660	<i>Foliage</i>	30	4.0	100
7	SWIR3	2100-2300	<i>Minerals/litter/no Scatter</i>	30	1.7	100
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	15	23	80
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30	6.0	130

2.8 Citra Pleiades

Pleiades-1A diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1.000 km²).

Tabel 2.5 Karakteristik Pleiades 1A
(LAPAN, 2015)

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multi spektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0 5 in GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	4SQ-S3Q nm	Biru (430-550 nm) Hijau (490-510) nm Merah (600-720 nm) IRDekat (750-950 nm)

Lebar Sapuan	20 km pada nadir
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47 derajat
	Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel
Masa Aktif	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun
Waktn Pengulangan	Setiap 1 han
Ketinggian Orbit	694- km
Waktn Lintasan Equatorial Orbit	10:15 A.M
Level Proses	sinkron matahari primer dan ortho
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip
	€ 17 per km ² untuk perekaman baru
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar imn. 500 m)
	Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GOP (CE90)
	Hingga kurang dari 1 m dengan GCP

2.9 Kali lamong

Keadaan lingkungan di daerah Pantura umumnya memiliki keadaan ombak dan angin lebih kecil daripada di pesisir timur. Pantura merupakan daerah yang didominasi oleh industri terutama industri bongkar muat dan peti kemas dari sepanjang jalan dari Kecamatan Pabean Cantikan hingga Benowo. Kawasan Pantura memiliki Teluk Lamong yang mempengaruhi ekosistem di kawasan tersebut. Kedalaman Perairan Teluk Lamong berkisar 0,2-2 meter, kedalaman alur pelayaran mencapai 12 meter.

Keadaan Lingkungan Teluk Lamong adalah sebagai berikut:

- a. Kali Lamong merupakan anak sungai Bengawan Solo

- b. Sungai yang bermuara di Teluk Lamong adalah Sungai Lamong, Sungai Kalianak, Sungai Greges, Sungai Manukan, Sungai Branjangan, dan Sungai Sememi.

Pemanfaatan Teluk Lamong hingga saat ini adalah sebagai tempat tujuan penangkapan ikan oleh nelayan tradisional Romokalisari, Gresik, dan wilayah lainnya, serta merupakan daerah Konservasi.

2.10 Penelitian Terdahulu

Cahyaningsih dan Harsoyo (2013) melakukan penelitian yang berjudul *Distribusi Spasial Tingkat Pencemaran Air di muara Citarum*. Studi tersebut bertujuan untuk menggambarkan distribusi spasial pencemar air di muara Citarum. Studi tersebut menggabungkan teknologi penginderaan jauh, Sistem Informasi Geografis, dan data kualitas air. Informasi tentang muara Citarum dikumpulkan dari interpretasi citra Landsat TM. Kualitas air dikumpulkan dari data sekunder dari 33 titik sampel nilai BOD.

Tsagli (2006) melakukan penelitian yang berjudul *Spatial Distribution of Water Quality and Eutrophication Level of Wetlands* yang dilakukan di Danau Cuitzeo, Mexico. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan dan perhitungan statistik terkait 22 parameter kualitas air serta analisis struktur spasial, analisa tren permukaan dengan menggunakan metode Kriging. Hasil dari penelitian ini adalah peta distribusi kualitas air (per parameter) dan tingkat eutrofikasi lahan basah. Citra yang digunakan adalah Landsat ETM serta SPOT 4.

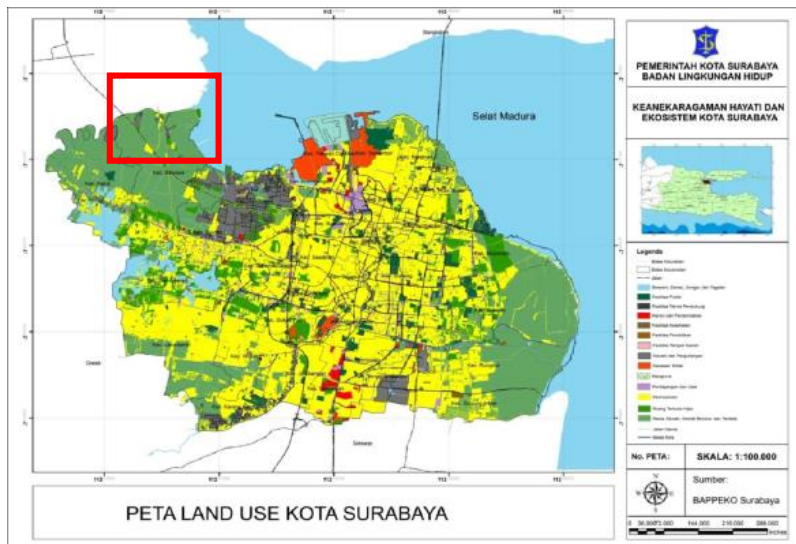
Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini studi kasus yang digunakan adalah daerah Kali Lamong yang berada di pesisir Surabaya Utara. Data citra satelit yang digunakan adalah citra satelit resolusi menengah yaitu Landsat 8 tahun 2016 serta citra satelit resolusi tinggi yaitu Pleiades tahun 2015.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ} 14' 0'' - 7^{\circ} 21' 0''$ LS dan $112^{\circ} 37' 0'' - 112^{\circ} 57' 0''$ BT kawasan pesisir Utara Kota Surabaya (Teluk Lamong).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : *Bappeko Surabaya*)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yaitu:

1. Citra satelit Landsat-8 dengan resolusi spasial 30 m akuisisi tanggal 4 Juli 2016 dan 13 Februari 2017.
2. Citra satelit Pleiades 1A tahun 2015 dengan resolusi spasial 0.5 m akuisisi tanggal 28 Agustus 2015.
3. Peta RBI 1:25.000 tahun 1999

4. Data pengukuran GCP dan ICP dilapangan.
5. Data uji sampel parameter air tahun 2017

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir meliputi :

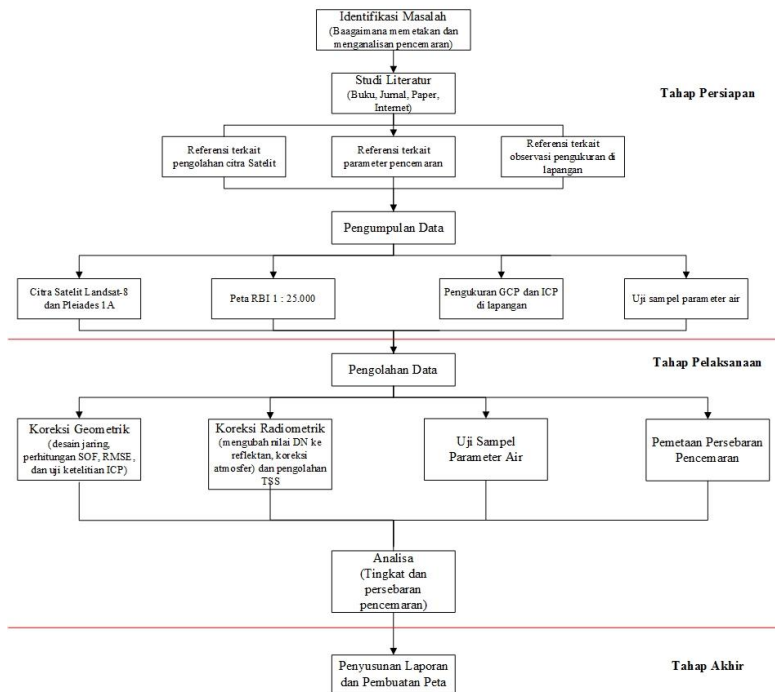
- a. Perangkat Keras (*hardware*)
 - Laptop
 - Printer
- b. Perangkat Lunak (*software*)
 - *ArcGIS 10*
 - *Software* pengolah citra
 - *Software* pengolah statistik
- c. Perangkat pengambilan data di lapangan
 - GPS Geodetik
 - GPS Navigasi

3.3 Metodologi Penelitian

Tahap pelaksanaan dibagi dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data dan tahap akhir. Diagram alir pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ditunjukkan oleh Gambar 3.2

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dibagi dalam empat tahap yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data dan tahap akhir. Diagram alir pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ditunjukkan oleh Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan

Penjelasan Diagram Alir:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah:

i. Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat dan pola persebaran pencemaran di Kali Lamong.

ii. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan pencemaran

air, penginderaan jauh, pengolahan citra satelit, dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media massa, internet, maupun sumber lainnya.

iii. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data citra satelit Landsat 8 tahun 2015, dan Pleiades tahun 2016, Peta RBI 1 : 25.000, Peta muara Kali Lamong, Peta Ketinggian Kota Surabaya, dan data pengukuran di lapangan

b. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah diambil di lapangan dan data penunjang lainnya untuk selanjutnya dilakukan analisa. Pada tahap ini dilakukan pengolahan dari data yang telah diambil di lapangan dan data penunjang lainnya untuk selanjutnya dilakukan analisa. Pengolahan data meliputi koreksi geometrik, koreksi radiometrik, perhitungan algoritma TSS pembuatan peta tentatif 1:25.000 dan 1:5.000 dan uji korelasi.

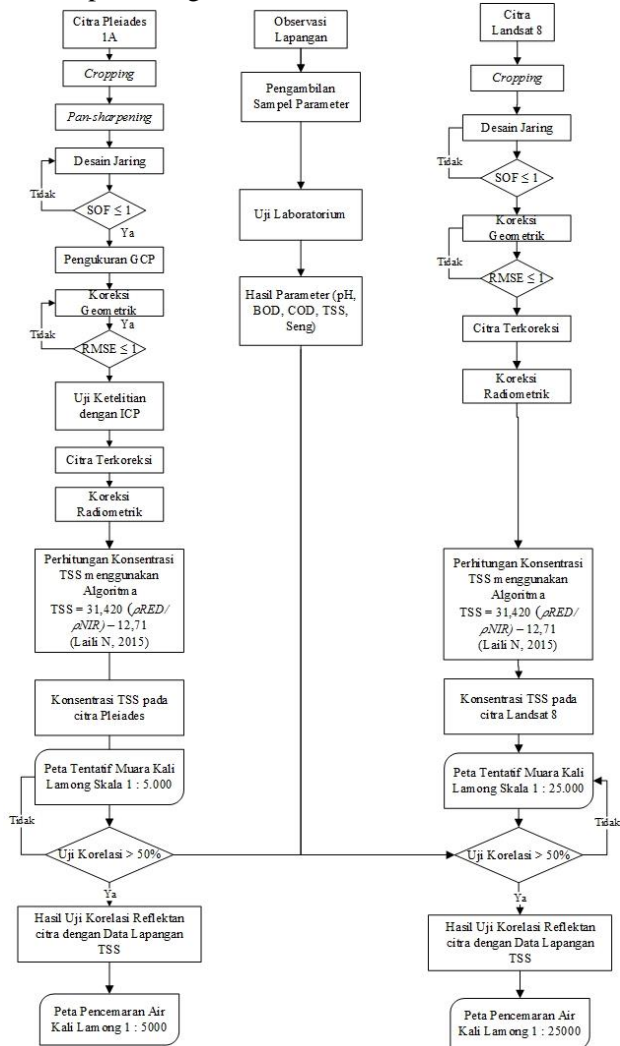
Dari hasil pengolahan data dilakukan analisa. Pada tahapan ini dilakukan analisa sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu hasil dan kesimpulan yang nantinya digunakan untuk pembuatan peta pencemaran Kali Lamong.

c. Tahap Akhir

Tahap terakhir dari keseluruhan penelitian Tugas Akhir ini yaitu berupa laporan sedemikian rupa sebagai bentuk pertanggung jawaban dan publikasi ilmiah atas penelitian yang telah dilakukan.

3.3.2 Tahap Pengolahan

Tahapan dalam pengolahan data ini dapat dilihat lebih jelas digambarkan pada diagram alir Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan

1. Tahapan Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Citra Landsat-8 akuisisi tanggal 4 Maret 2016 sebagai bulan basah dan 13 Februari 2017 sebagai bulan kering
- Citra Pleiades 1A akuisisi tanggal 28 Agustus 2015

2. Tahapan Pengolahan Data

a. Penajaman Citra (*Pansharpening*)

Pemotongan citra (*cropping*) dilakukan untuk mempermudah pada saat pengolahan citra, dan hanya mencakup daerah penelitian. Sehingga memperkecil area citra yang akan diolah. Pemotongan berdasarkan area atau cakupan wilayah muara Kali Lamong.

b. Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik bertujuan untuk mereduksi kesalahan geometrik sehingga dihasilkan citra terkoreksi geometrik. Teknik ini diperlukan untuk menentukan posisi citra yang sesuai dengan koordinat peta atau koordinat bumi. Pada penelitian ini koreksi geometrik pada citra Landsat-8 dilakukan dengan peta vektor RBI 1:25.000 dengan cara mengambil koordinat titik GCP pada daerah yang sama dengan citra. Sedangkan koreksi geometrik pada citra Pleiades 1A dilakukan dengan pembuatan desain jaring pada citra kemudian melakukan pengukuran titik GCP dilapangan. Koreksi Geometrik sudah benar jika nilai *RMS Error* kurang atau sama dengan satu piksel (Purwadhi, 2001), artinya citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik.

c. Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik melakukan konversi *DN* (*Digital Number*) ke reflektan yaitu proses merubah nilai Piksel pada citra yang awalnya bernilai *DN* (*Digital Number*) diubah ke reflektan. Kemudian

dilakukan koreksi atmosfer pada tiap citra dengan metode *Dark Object Subtraction* (DOS) untuk citra Pleiades dan metode 6SV (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum Vector Code*).

d. Pengolahan TSS

Pengolahan TSS pada citra dilakukan dengan memasukkan algoritma Laili (2015) sebagai berikut:

$$TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = 31.42 \frac{(\log(RRS \text{ Blue}))}{(\log(RRS \text{ Red}))} - 12.719$$

- e. Pembuatan peta tentatif yaitu pembuatan peta hasil pengolahan di citra sebelum adanya data dari lapangan peta tentatif berskala 1:25.000 untuk Landsat 8 dan 1:5.000 untuk Pleiades 1A.
- f. Observasi di lapangan meliputi pengambilan sampel berupa air. Parameternya antara lain BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH, dan kandungan logam Seng (Zinc).
- g. Uji Korelasi dilakukan pada nilai TSS reflektan di citra dengan nilai hasil uji sampel parameter TSS.
- h. Analisis
Pada tahap ini dianalisa letak titik pencemaran serta parameter yang tercemar di Kali Lamong. Selanjutnya, dilakukan tahap akhir dari penelitian, yaitu penyusunan dan penulisan laporan berikut informasi petanya. Peta yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peta persebaran pencemaran skala 1:25.000 dan 1:5.000.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Citra

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Daftar Citra yang Digunakan

Citra	Tanggal	Metadata
Pleiades	28 Agustus 2015	<pre> <Time> <Time_Range> <START>2015-08-28T02:50:06.81981802</START> <END>2015-08-28T02:50:12.81859402</END> </Time_Range> <Time_Stamp> <LINE_PERIOD>0.294</LINE_PERIOD> </Time_Stamp> </Time> <Ephemeris> <EPHEMERIS_USED>CORRECTED</EPHEMERIS_USED> <Point_List> <Point> </pre>
Landsat 8	4 Juli 2016	<pre> GROUP = PRODUCT_METADATA DATA_TYPE = "L1T" ELEVATION_SOURCE = "GLS2000" OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF" SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8" SENSOR_ID = "OLI_TIRS" WRS_PATH = 118 WRS_ROW = 65 NADIR_OFFNADIR = "NADIR" TARGET_WRS_PATH = 118 TARGET_WRS_ROW = 65 DATE_ACQUIRED = 2016-07-04 </pre>

Landsat 8	13 Februari 2017	<pre>GROUP = PRODUCT_METADATA DATA_TYPE = "L1T" ELEVATION_SOURCE = "GLS2000" OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF" SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8" SENSOR_ID = "OLI_TIRS" WRS_PATH = 118 WRS_ROW = 65 NADIR_OFFNADIR = "NADIR" TARGET_WRS_PATH = 118 TARGET_WRS_ROW = 65 DATE_ACQUIRED = 2017-02-13</pre>
--------------	------------------------	---



Gambar 4. 1 Raw Data Pleiades 1A

Citra Landsat-8 dengan resolusi spasial 30 m dengan tanggal akuisisi sebagai berikut:

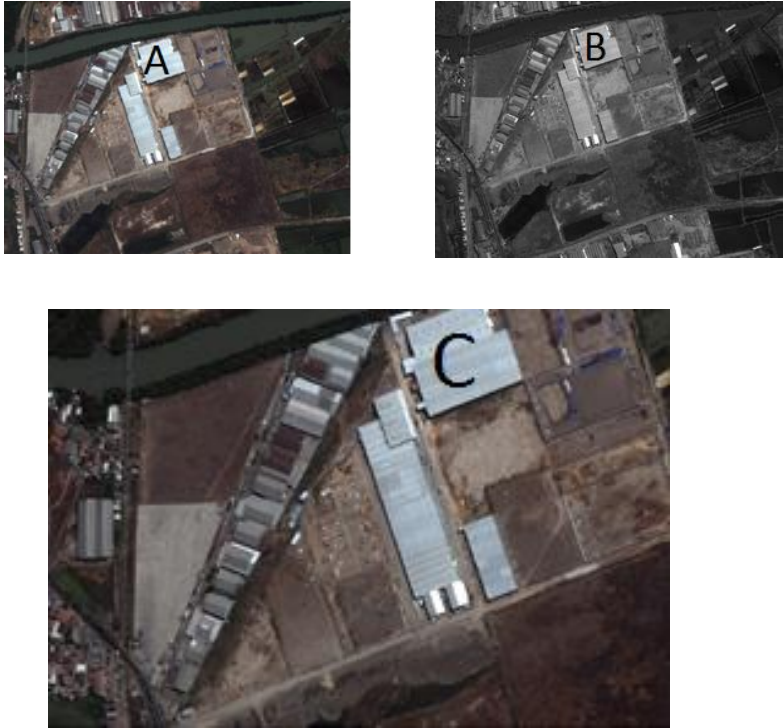
- 4 Juli 2016 sebagai bulan kering
- 13 Februari 2017 sebagai bulan basah



Gambar 4. 2 Raw Dara Landsat

4.2 Penajaman Citra (*Pansharpening*)

Dalam penelitian tugas akhir ini data citra satelit yang digunakan adalah berupa raw data atau masih berupa data mentah. Sebelum melakukan proses lebih lanjut, citra satelit terlebih dahulu dilakukan penajaman citra dengan tujuan membuat citra satelit memiliki kenampakan yang lebih jelas karena memiliki warna natural color seperti pada citra multispektral namun memiliki resolusi spasial yang sesuai dengan resolusi spasial pada citra pankromatik. Hasil penajaman citra satelit Pleiades 1A ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Citra Pleiades multispektral (A), pankromatik (B) dan hasil pansharpening (C)

4.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan berdasarkan daerah pengamatan. Tujuan dari pemotongan citra ini agar penelitian fokus pada wilayah studi.



Gambar 4.4 Hasil Pemotongan Citra Pleiades 1A



Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra Landsat 8

4.4 Pembuatan Desain Jaringan Titik Kontrol dan Perhitungan SoF

Pada penelitian ini pada citra Pleiades 1A dibuat desain jaring dengan titik kontrol tanah atau GCP berjumlah 4 titik. Dari 4 titik kontrol tanah didapatkan 5 baseline pada desain jaring yang telah dibuat sedangkan Citra Landsat 8 dibuat desain jaring dengan titik kontrol tanah atau GCP berjumlah 5 buah dan 7 baseline.

Titik – titik kontrol tanah pada umumnya diletakkan pada objek yang memiliki kenampakan jelas pada citra dan tidak mengalami perubahan pada lapangan, sehingga objek dapat dipastikan dapat diukur dan diinterpretasikan di citra dengan tepat.



Gambar 4.6 Desain Jaringan Titik Kontrol Tanah Citra Pleiades 1A



Gambar 4.7 Desain Jaringan Titik Kontrol Tanah Citra Landsat 8

4.5 Perhitungan SOF

Pada penelitian ini didapatkan hasil perhitungan SoF untuk citra Pleiades 1A dan SPOT 6 senilai 0.29 dan hasil perhitungan SOF citra landsat 8 sebesar 0.36 Selain itu penentuan titik kontrol

tanah dilakukan secara menyebar pada keseluruhan citra. Dimana semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan dan sebaliknya (Abidin, 2002).

Hasil perhitungan SoF dari titik-titik GCP Landsat 8
yaitu:

Jumlah baseline: 7
 Jumlah titik : 5
 N_ukuran : Jumlah baseline x 3 = 21
 N_parameter : Jumlah titik x 3 = 15
 U : N_ukuran – N_parameter= 9
 SoF = $[\text{Trace}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}] / U$
 = 0.36

Hasil perhitungan SoF dari titik-titik GCP Pleiades 1A
yaitu:

Jumlah Baseline: 5
 Jumlah Titik : 4
 N ukuran : Jumlah Baseline \times 3 =15
 N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 9
 U : N ukuran - N Parameter =6
 SoF = $[\text{Trace}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}] / U$
 = 0.29

4.6 Hasil Pengukuran Lapangan

Hasil pengukuran lapangan berupa data koordinat (x,y) yaitu data *Ground Control Point* (GCP) yang nantinya digunakan sebagai data acuan koreksi geometrik pada citra satelit Pleiades 1A dan data *Independent Check Point* (ICP) yang akan digunakan untuk uji ketelitian geometrik pada citra hasil rektifikasi.

4.6.1 Hasil Pengukuran *Ground Control Point* (GCP)

GCP diukur di lapangan menggunakan alat GPS Geodetik dengan metode statik dengan pengamatan selama 60 menit. Berikut adalah hasil koordinat yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Titik koordinat GCP telah terikat dengan SRGI BIG SBY1.

Tabel 4.2 Koreksi Koordinat SRGI BIG

Koordinat SRGI BIG		Koordinat SRGI Lapangan		Koreksi	
X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Delta X	Delta Y
688795,91	9200452,98	688796,01	9200452,64	-0,194	0,674

Tabel 4.3 Data Koordinat GCP dari SRGI

Nama Titik	Koordinat Lapangan		Koordinat Setelah Terkoreksi (SRGI)	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
GCP1	683755,25	9204025,24	683755,22	9204025,32
GCP2	681985,59	9204297,54	681985,56	9204297,63
GCP3	683284,29	9205011,8	683284,26	9205011,89
GCP4	683945,79	9205031,53	683945,76	9205031,61

Tabel 4.4 Data Pengukuran *Independent Check Point*

Titik	GCP	
	X	Y
ICP1	683726,088	9204075,323
ICP2	683832,423	9203948,026
ICP3	681868,389	9204072,107
ICP4	681918,319	9204209,049
ICP5	683266,667	9205000,743
ICP6	683279,843	9204951,208
ICP7	683974,035	9205019,665

4.7 Koreksi Geometrik

Citra satelit Landsat 8 dengan resolusi spasial 30 meter dikoreksi secara image to map dengan menggunakan peta RBI skala 1:25.000 dan citra satelit Pleiades 1A dengan resolusi 0.5 m dikoreksi dengan GCP (*Ground Control Point*) yang didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan GPS Geodetik. GCP tersebut telah terikat dengan titik kontrol SRGI. Sistem proyeksi yang dipakai adalah system Universal Transverse Mercator (UTM) zona 49S, dengan datum *World Geodetic System* (WGS) 1984. *Ground Control Point* (GCP) dipilih pada daerah persimpangan jalan, pojok bangunan tanpa atap, pojok jembatan dan pecabangan sungai. Hal ini dilakukan karena daerah tersebut lebih mudah untuk diidentifikasi.

Tabel 4.5 Nilai Total RMSE Landsat 8 (4 Juli 2016)

[illegible]

Tabel 4.6 Nilai Total RMSE Landsat 8 (13 Februari 2017)

[illegible]

Tabel 4.7 Nilai Total RMSE Pleiades 1A Tahun 2015

Titik	GCP		Pleiades 1A		Error		RMSE
	X	Y	X	Y	X	Y	
GCP1	683755,221	9204025,322	3605	4575	- 0,39	0,31	0,5
GCP2	681985,565	9204297,628	306,3	2162,7	- 0,11	- 0,26	0,28
GCP3	683284,265	9205011,886	2702,2	656,6	0,35	- 0,32	0,47
GCP4	683945,764	9205031,609	3932,6	541,9	0,16	0,29	0,33
RMSE Total							0,41

Proses rektifikasi citra Pleiades 1A menggunakan polinomial orde 1 yang mana pada polinomial orde 1 ini dibutuhkan minimal 3 titik GCP. Dari hasil pelaksanaan koreksi geometrik citra satelit Landsat 8 4 Juli 2016 dan 13 Februari 2017 menggunakan 5 titik GCP, nilai kesalahan *Root Mean Square* (RMS) adalah 0.32 dan 0,35 piksel. Untuk citra Pleiades 1A tahun 2015 menggunakan 4 titik GCP nilai kesalahan *Root Mean Square* (RMS) 0.41 piksel. Sehingga hal ini telah masuk toleransi yang disyaratkan yaitu kurang dari 1 piksel (Purwadhi, 2001).

4.8 Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian geometrik diperoleh dengan mencari residu data pengukuran di lapangan yang berupa titik koordinat dari pengukuran GPS Geodetik dan titik koordinat dari citra satelit hasil rektifikasi. Uji ketelitian geometrik dilakukan pada citra satelit Pleiades 1A hasil rektifikasi. Pada perhitungan RMSE untuk uji ketelitian geometrik digunakan 7 titik ICP. Berikut ini adalah hasil pengolahan dari uji ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A:

Tabel 4.8 Hasil Uji Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1A
Hasil Rektifikasi

Titik	Koordinat ICP		Pleiades 1A		RMSE
	X	Y	X	Y	
ICP1	683726,09	9204075,32	683725,78	9204075,02	0,45
ICP2	683832,42	9203948,03	683832,63	9203948,9	0,77
ICP3	681868,39	9204072,11	681868,68	9204072,28	0,67
ICP4	681918,32	9204209,05	681918,52	9204208,79	0,76
ICP5	683266,67	9205000,74	683266,44	9205000,98	0,45
ICP6	683279,84	9204951,21	683278,65	9204951,48	0,74
ICP7	683974,04	9205019,67	683974,33	9205019,59	0,53
RMSE					0,63

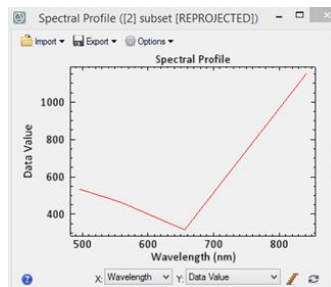
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Akurasi Horizontal pada Citra Satelit
Pleiades 1A

Citra	Akurasi Horizontal (m)
	(CE90 = 1,5175 x RMSE)
Pleiades 1A	0,956

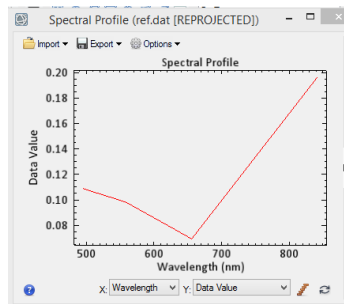
Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka citra Pleiades hasil rektifikasi memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar RDTR skala 1:5000 kelas 1 dengan syarat ketelitian horizontal 1 meter.

4.9 Koreksi Radiometrik

Tujuan utama dari koreksi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang pada umumnya disimpan dalam bentuk Digital Number (DN) menjadi reflektan. Proses konversi DN ke reflektan dibutuhkan sebagai nilai inputan pada rumusan algoritma indeks vegetasi. Sehingga untuk melakukan proses ini digunakan perhitungan yang melibatkan metadata citra. Koreksi radiometrik pada citra Pleiades 1A dilakukan dengan menggunakan *Gain and Offset*, data yang diperlukan adalah *radiance* atau *reflectance multiple rescaling factor (GAIN)* dan *additive rescaling factor (OFFSET)*. Data *gain Offset* dapat dilihat pada metadata citra.



Gambar 4.8 Nilai Digital Number Citra Pleiades 1A



Gambar 4.9 Nilai Reflektan Citra Pleiades 1A

Sedangkan koreksi radiometrik pada citra Landsat 8 terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan cara mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan yaitu DN (*Digital Number*) ke nilai radian ToA (*Top of Atmospheric*). Koreksi atmosfer dilakukan dengan cara mengkonversi nilai radian ToA ke nilai reflektan BoA (*Bottom of Atmospheric*) menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*). Koreksi citra dengan metode 6SV dilakukan sebagai koreksi atmosfer. Model ini adalah salah satu model koreksi atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit. Beberapa parameter yang diperlukan untuk melakukan metode 6SV ini yaitu:

Tabel 4.10 Parameter Metode 6SV

No	Jenis Data
1	Tanggal perekaman data
2	<i>Solar zenithal angle</i>
3	<i>Solar azimuthal angle</i>
4	<i>Sensor zenithal angle</i>
5	<i>Sensor azimuthal angle</i>
6	Jarak pandang Panjang gelombang tiap
7	kanal

Karena kanal pada citra yang digunakan pada penelitian ini adalah kanal 2, 3, 4, 5 maka proses koreksi atmosfer hanya dilakukan pada kanal tersebut saja. Berikut ini merupakan koefisien parameter koreksi atmosfer (XA XB XC) yang didapat dari hasil simulasi menggunakan program 6SV:

Tabel 4.11 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Landsat 8

Tanggal	Kanal	Xa	Xb	Xc
4 Juli 2016	2	0,00352	0,16174	0,19289
	3	0,00351	0,09201	0,14876

13 Februari 2017	4	0,00382	0,05620	0,11696
	5	0,00535	0,02663	0,07775
	2	0,00286	0,05162	0,07775
	3	0,00286	0,15470	0,19590
	4	0,00313	0,05427	0,12069
	5	0,00441	0,02634	0,08106

Setelah mendapat koefisien koreksi atmosfer, maka koefisien tersebut dimasukkan kedalam persamaan:

$$y = x_a(L) - x_b \quad (4.1)$$

$$acr = y / (1 + x_c * y) \quad (4.2)$$

Dimana :

Arc = reflektan permukaan (*bottom of atmosphere*)

Xa, Xb, Xc = Koefisien atmosfer

4.10 Uji Sampel Parameter Air

4.10.1 Deskripsi Titik Sampel Parameter

Pada penelitian digunakan dua lokasi sebagai tempat pengambilan sampel parameter dengan masing-masing lokasi terdiri dari 3 titik.

Lokasi dengan kode KK terletak pada daerah pantai Karang Kering, Jalan Kapten Darmo Sugondo, Karangkering, Kebomas, Kabupaten Gresik.



Gambar 4.10 Daerah titik KK

Lokasi dengan kode PGN terletak di pertengahan antara jembatan kereta api dengan muara Kali Lamong.



Gambar 4.11 Daerah titik PGN

Berikut ini adalah koordinat dari titik pengambilan sampel:

Kode Sampel	Koordinat	
	X (m)	Y (m)
KK-1	683953,89	9204992,23
KK-2	683933,05	9204995,54
KK-3	683914,86	9204999,17
PGN-1	683545,32	9204579,08
PGN-2	683539,37	9204598,26
PGN-3	683527,46	9204613,48

4.10.2 Hasil Uji Sampel Parameter

Berikut ini adalah hasil pengujian sampel parameter yang dilakukan pada Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan ITS:

a. Parameter pH

Tabel 4.12 Hasil Sampel Parameter pH

Kode Sampel	Koordinat		pH	Status
	X (m)	Y (m)		
KK-1	683953,89	9204992,23	7,85	Kelas IV
KK-2	683933,05	9204995,54	7,80	Kelas IV
KK-3	683914,86	9204999,17	7,80	Kelas IV
PGN-1	683545,32	9204579,08	7,80	Kelas IV
PGN-2	683539,37	9204598,26	7,75	Kelas IV
PGN-3	683527,46	9204613,48	7,80	Kelas IV

b. Parameter COD

Tabel 4.13 Hasil Sampel Parameter COD

Kode Sampel	Koordinat		COD (mg/L O ₂)	Status
	X (m)	Y (m)		
KK-1	683953,89	9204992,23	23	Kelas IV
KK-2	683933,05	9204995,54	20	Kelas IV
KK-3	683914,86	9204999,17	23	Kelas IV
PGN-1	683545,32	9204579,08	26	Kelas IV
PGN-2	683539,37	9204598,26	26	Kelas IV
PGN-3	683527,46	9204613,48	20	Kelas IV

c. Parameter BOD

Tabel 4.14 Hasil Sampel Parameter BOD

Kode Sampel	Koordinat		BOD (mg/L O ₂)	Status
	X (m)	Y (m)		
KK-1	683953,89	9204992,23	13	Tercemar
KK-2	683933,05	9204995,54	13	Tercemar
KK-3	683914,86	9204999,17	11	Kelas IV
PGN-1	683545,32	9204579,08	15	Tercemar
PGN-2	683539,37	9204598,26	15	Tercemar
PGN-3	683527,46	9204613,48	11	Kelas IV

d. Parameter TSS

Tabel 4.15 Hasil Sampel Parameter TSS

Kode Sampel	Koordinat		TSS	Status
	X (m)	Y (m)		
KK-1	683953.89	9204992,23	72,00	Kelas IV
KK-2	683933.05	9204995,54	26,00	Kelas IV
KK-3	683914.86	9204999,17	30,00	Kelas IV

PGN-1	683545,32	9204579,08	84,00	Kelas IV
PGN-2	683539,37	9204598,26	90,00	Kelas IV
PGN-3	683527,46	9204613,48	34,00	Kelas IV

e. Parameter Seng

Tabel 4.16 Hasil Sampel Parameter Seng

Kode Sampel	Koordinat		Seng (mg/L Zn)	Status
	X (m)	Y (m)		
KK-1	683953,89	9204992,23	1,88	Kelas IV
KK-2	683933,05	9204995,54	1,92	Kelas IV
KK-3	683914,86	9204999,17	1,86	Kelas IV
PGN-1	683545,32	9204579,08	1,96	Kelas IV
PGN-2	683539,37	9204598,26	1,89	Kelas IV
PGN-3	683527,46	9204613,48	2,05	Kelas IV

Tabel 4. 17 Matriks Parameter Hasil Pencemaran

Titik	Parameter				
	pH	COD	BOD	TSS	Seng
KK1	0	0	1	0	0
KK2	0	0	1	0	0
KK3	0	0	0	0	0
PGN1	0	0	1	0	0
PGN2	0	0	1	0	0
PGN3	0	0	0	0	0

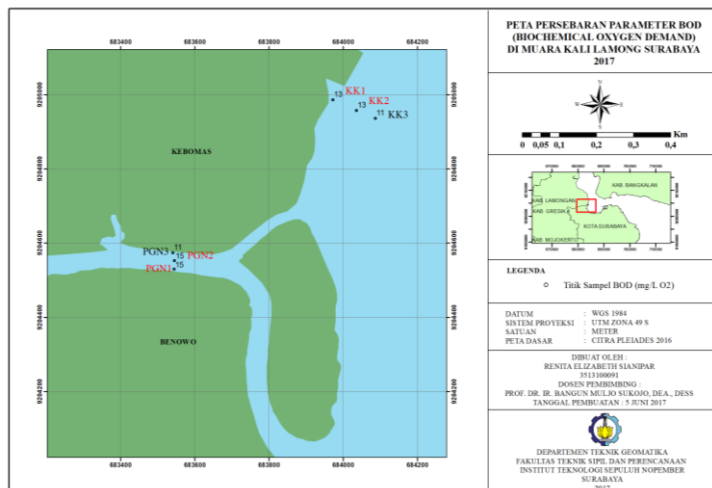
Keterangan :

1 : Tercemar (diluar batas)

0 : Tidak tercemar (masuk batas kelas IV)

Berdasarkan hasil pengujian sampel tiap parameter, didapatkan bahwa terdapat 4 titik di Kali Lamong yang diindikasikan tercemar karena memiliki nilai parameter BOD di luar batas kelas IV, yaitu Titik KK1, KK3, PGN1, dan PGN2 dengan nilai berturut-turut 13, 13, 15, 15 mg/L O₂ (Lihat Gambar 4.12). Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa Kali Lamong tercemar dan tidak memenuhi persyaratan kualifikasi baku mutu air.

Titik BOD yang tercemar di daerah kode PGN terletak pada sisi selatan Kali Lamong, yang mana berbatasan langsung dengan pemukiman warga di sisi selatan dan pabrik-pabrik di sisi utara. Titik BOD yang tercemar di daerah kode KK berbatasan langsung dengan pariwisata Pantai Karang Kering. Kadar BOD yang tinggi diduga berhubungan dengan letak titik tersebut yang dekat dengan aktivitas manusia. Pada titik PGN didapati limbah rumah tangga, dan di titik KK terdapat sampah domestik wisatawan yang mengunjungi Pantai Karang Kering.

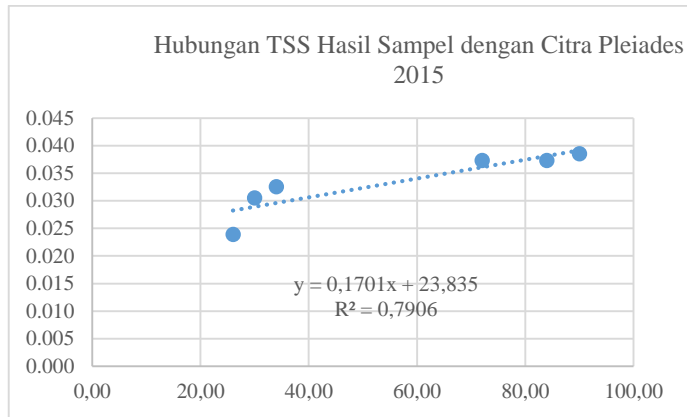


Gambar 4. 12 Peta Persebaran BOD

4.11 Korelasi Antara Hasil Uji Sampel Parameter TSS di Lapangan dengan Citra Satelit

Berikut ini adalah hubungan korelasi antara TSS hasil uji sampel di lapangan dengan citra satelit:

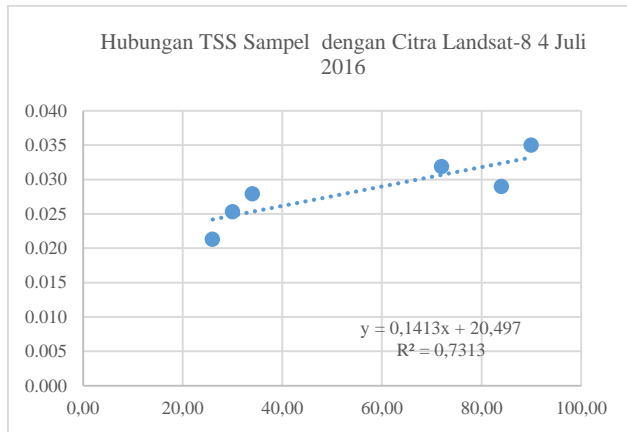
a. Citra satelit Pleiades 2015



Gambar 4.13 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Pleiades 2015

Uji korelasi data lapangan TSS (Total Suspended Solid) dengan data hasil olahan TSS (Total Suspended Solid) Citra Pleiades Agustus 2015 menggunakan algoritma Laili (2015) mempunyai nilai koefisien relasi sebesar 79,06%. Berdasarkan nilai korelasi menurut Sugiyono (2008), maka dapat dikatakan bahwa TSS hasil uji sampel dengan TSS citra Pleiades memiliki tingkat hubungan yang kuat.

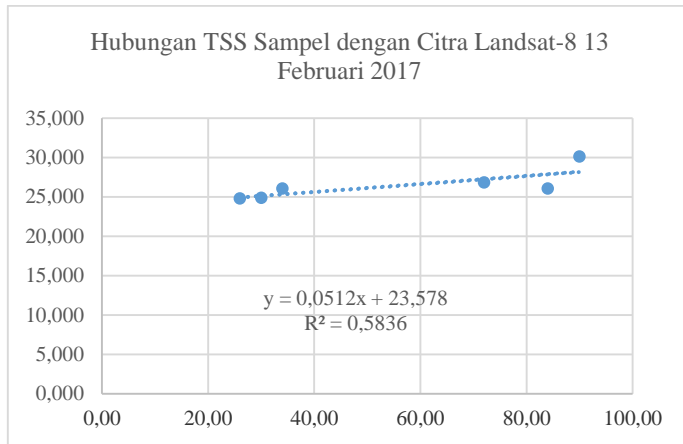
b. Citra satelit Landsat 8 4 Juli 2016



Gambar 4.14 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Landsat 8 4 Juli 2016

Uji korelasi data lapangan TSS (*Total Suspended Solid*) dengan data hasil olahan TSS (*Total Suspended Solid*) Citra Landsat-8 tanggal 4 Juli 2016 menggunakan algoritma Laili (2015) mempunyai nilai koefisien relasi sebesar 73,13%. Berdasarkan nilai korelasi menurut Sugiyono (2008), maka dapat dikatakan bahwa TSS hasil uji sampel dengan TSS citra Landsat 4 Juli 2016 memiliki tingkat hubungan yang kuat.

c. Citra satelit Landsat 8 13 Februari 2017



Gambar 4.15 Grafik Hubungan TSS Sampel dengan Citra Landsat 13 Februari 2017

Uji korelasi data lapangan TSS (Total Suspended Solid) dengan data hasil olahan TSS (Total Suspended Solid) Citra Landsat-8 tanggal 13 Februari 2017 menggunakan algoritma Laili (2015) mempunyai nilai koefisien relasi sebesar 58,36%. Berdasarkan nilai korelasi menurut Sugiyono (2008), maka dapat dikatakan bahwa TSS hasil uji sampel dengan TSS citra Landsat 8 memiliki tingkat hubungan yang sedang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan hasil pengujian sampel tiap parameter, terdapat 4 titik di Kali Lamong yang memiliki nilai parameter BOD di luar batas dan tidak memenuhi persyaratan kualifikasi kelas IV. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Kali Lamong tercemar dan tidak dapat digunakan sebagai peruntukkan apapun berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.
- 2) Kadar BOD pada suatu perairan berhubungan dengan limbah rumah tangga dan sampah domestik.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Perlu dilakukan peningkatan kesadaran masyarakat tentang membuang sampah di tempat yang seharusnya agar tidak mengganggu kualitas mutu air
- Perlu dilakukan pengembangan algoritma TSS terbaru karena algoritma yang peneliti gunakan adalah algoritma lama karena algoritma terkini tidak menunjukkan hasil yang baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

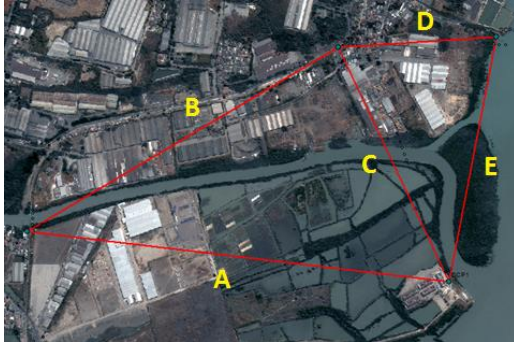
DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z, 2002. Survei dengan GPS. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Abrams, Michael, Hook, S. dan Ramachandran, B. 2002. ASTER user Handbook Version 2. Jet Propulsion Laboratory 4800.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota. Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Surabaya 2010. Pemerintah Kota Surabaya. Surabaya.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong-Bogor.
- Bengen,D G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Cetakan Kedua. Bogor : Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital : “Teori dan aplikasinya dalam bidang Penginderaan Jauh”. Fakultas Geografi UGM : Yogyakarta.
- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta : UI-Press.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Jakarta : Mediyatama Sarana Perkasa.
- Kristianto, P. 2002. Ekologi Industri. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Landgrebe, D. (2003). *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- LAPAN, 2015. *Spesifikasi Citra Satelit Pleiades*. <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-PL.pdf>. (diakses November 09, 2016).
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., dan Chipman J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons.

- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15. 2014. Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Sugiyono, 2008. *Hipotesis Statistik*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)* Edisi Keempat. Bandung: ALFABETA
- USGS. 2015. <URL: http://Landsat.usgs.gov/band_designations_Landsat_satellites.php>. Dikunjungi tanggal 1 November 2016, jam 10.22

LAMPIRAN 1

Hasil Perhitungan SOF



Jumlah Baseline : 5
 Jumlah Titik : 4
 N ukuran : Jumlah Baseline \times 3 =15
 N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 9
 U : N ukuran - N Parameter =6
 Persamaan:

No	Persamaan
1	$V1 + dxA = -X1 + X2$
2	$V2 + dxB = -X2 + X3$
3	$V3 + dxC = -X1 + X3$
4	$V4 + dxD = X3 - X4$
5	$V5 + dxE = X1 - X4$

Dari persamaan tersebut diatas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

No	Persamaan
1	$V1 = -X1 + X2 - dxA$
2	$V2 = -X2 + X3 - dxB$
3	$V3 = -X1 + X3 - dxC$
4	$V4 = X3 - X4 - dxD$
5	$V5 = X1 - X4 - dxE$

Dari persamaan diatas, maka dapat dituliskan matrik dari persamaan umum:

$$V = AX - L$$

$$\begin{bmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X1 \\ X2 \\ X3 \\ X4 \\ X5 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} dxA \\ dxB \\ dxC \\ dxD \\ dxE \end{bmatrix}$$

Maka, diperoleh matrik desain sebagai berikut :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Maka, nilai Strength of Figure (SoF) nya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{SoF} &= [\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U \\ &= 0.289 \end{aligned}$$

LAMPIRAN 2

Metadata Citra Satelit Pleiades 1A

- Metadata Citra Satelit Pleiades 1A Panchromatic

```
<METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>

<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFILE>
  <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
</Metadata_Identification>
  <Dataset_Identification>
    <DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
    <DATASET_NAME
version="1.0">DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S
08_0924_03654</DATASET_NAME>
    <DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_1530130101-
002.JPG"/>

<DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FORMAT>
  <DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_15301301
01-002.JPG"/>

<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT>
  <Legal_Constraints>
<Radiometric_Calibration>
  <Instrument_Calibration>
    <Band_Measurement_List>
      <Band_Spectral_Range>
        <BAND_ID>B0</BAND_ID>
        <CALIBRATION_DATE>2011-12-
17T00:00:00.000Z</CALIBRATION_DATE>
        <MEASURE_DESC>Spectral range
value of raw radiometric Band</MEASURE_DESC>

<GEODETTIC_CRS_TYPE>GEOCENTRIC</GEODETTIC_CRS_TYPE>
  <GEODETTIC_CRS_NAME>WGS
1984</GEODETTIC_CRS_NAME>
```

```

<GEODETTIC_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</GEOD
ETIC_CRS_CODE>
    <Coordinate_System>
</Coordinate_System>
    <Geodetic_Datum>
        <GEODETTIC_DATUM_NAME>World
Geodetic System 1984</GEODETTIC_DATUM_NAME>

<GEODETTIC_DATUM_CODE>urn:ogc:def:datum:EPSG::6326</
GEODETTIC_DATUM_CODE>
    <GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>On
20/1/2002 WGS 84
(G1150)</GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>
    </Geodetic_Datum>
    <Coordinate_Transformation>
        <CT_NAME>ITRF to WGS84
transformation parameters</CT_NAME>
        <CT_SOURCE_CRS_NAME>ITRF
2005</CT_SOURCE_CRS_NAME>

<CT_SOURCE_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4896</CT_
SOURCE_CRS_CODE>
    <CT_TARGET_CRS_NAME>WGS
1984</CT_TARGET_CRS_NAME>

<CT_TARGET_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</CT_
TARGET_CRS_CODE>
<CT_Parameters>
    <CT_PARAMETERS_DESC>7-
Parameter-Helmert-Transformation derived from : X-
axis translation =0m, Y-axis translation=0m, Z-axis
translation=0m, X-axis rotation=0m, Y-axis
rotation=0m, Z-axis rotation=0m, Scale
difference=0</CT_PARAMETERS_DESC>
    </CT_Parameters>
</Coordinate_Transformation>
</Geodetic_CRS>
<Temporal_CRS>
    <CRS_TABLES
version="0.0">ITU</CRS_TABLES>

<TEMPORAL_CRS_NAME>UTC</TEMPORAL_CRS_NAME>
    </Temporal_CRS>
</Coordinate_Reference_System>

```

```

        <Time>
            <Time_Range>
                <START>2015-08-
28T02:50:06.8198180Z</START>
                <END>2015-08-
28T02:50:12.8185940Z</END>
            <INCIDENCE_ANGLE>17.5490904735588</INCIDENCE_ANGLE>
        </Acquisition_Angles>
        <Solar_Incidences>
            <SUN_AZIMUTH
unit="deg">56.40184336237795</SUN_AZIMUTH>
            <SUN_ELEVATION
unit="deg">59.86928630804687</SUN_ELEVATION>
        </Solar_Incidences>
        <Ground_Sample_Distance>
            <GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.7401171175500554</GSD_ACROSS_TRACK>
            <GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7564163530178539</GSD_ALONG_TRACK>
        </Ground_Sample_Distance>
    </Located_Geometric_Values>
    <Located_Geometric_Values>
        <LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
        <TIME>2015-08-28T02:50:09.781Z</TIME>

```

- Metadata Citra Satelit Pleiades 1A Multispektral

```

<METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>

<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFILE>
    <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
    </Metadata_Identification>
    <Dataset_Identification>
        <DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
        <DATASET_NAME
version="1.0">DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S
08_0924_03654</DATASET_NAME>
        <DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_P_201508280250045_SEN_1530130101-
001.JPG"/>
    </Dataset_TN_FORMAT>image/jpeg</Dataset_TN_FORMAT>

```

<DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_P_201508280250045_SEN_153013010
1-001.JPG"/>

<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT>

<Legal_Constraints>

TIME>2015-08-28T02:52:54.000000Z</TIME>

</Point>

</Point_List>

</Ephemeris>

<Attitudes>

<ATTITUDES_USED>ACCURATE</ATTITUDES_USED>

<Polynomial_Quaternions>

<OFFSET>10217.46875</OFFSET>

<SCALE>13.0625</SCALE>

<Q0>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.715565018060572 -

0.00728523978533365 0.000130196903766574

3.17235324505101e-05</COEFFICIENTS>

</Q0>

<Q1>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.260540046672992

0.00126104177955851 0.00106493700841618 -

3.0495368778045e-05</COEFFICIENTS>

</Q1>

<Q2>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>0.522206278114314 -

0.00416063489990534 -0.000746642849199707

1.06648470721113e-05</COEFFICIENTS>

</Q2>

<Q3>

<DEGREE>3</DEGREE>

<COEFFICIENTS>-0.383909080698638

-0.0183825309089696 0.000483498546710504

3.88754490195287e-05</COEFFICIENTS>

<GEOMETRIC_GLIDING>0.04578887713490687</GEOMETRIC_G
LIDING>

<Acquisition_Angles>

<AZIMUTH_ANGLE>181.0490025802189</AZIMUTH_ANGLE>

```

<VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK
unit="deg">-
13.36113042684367</VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK>
<VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK
unit="deg">-
8.722138838245167</VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK>
<VIEWING_ANGLE
unit="deg">15.7885732492467</VIEWING_ANGLE>

<INCIDENCE_ANGLE_ALONG_TRACK>11.52441766293254</INC
IDENCE_ANGLE_ALONG_TRACK>

<INCIDENCE_ANGLE_ACROSS_TRACK>13.58957026179391</INC
CIDENCE_ANGLE_ACROSS_TRACK>

<INCIDENCE_ANGLE>17.5490904735588</INCIDENCE_ANGLE>
  </Acquisition_Angles>
  <Solar_Incidences>
    <SUN_AZIMUTH
unit="deg">56.40184336237795</SUN_AZIMUTH>
    <SUN_ELEVATION
unit="deg">59.86928630804687</SUN_ELEVATION>
    </Solar_Incidences>
    <Ground_Sample_Distance>
      <GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.7401171175500554</GSD_ACROSS_TRACK>
      <GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7564163530178539</GSD_ALONG_TRACK>
      </Ground_Sample_Distance>
    </Located_Geometric_Values>
  </Located_Geometric_Values>
  <LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
  <TIME>2015-08-28T02:50:09.781Z</TIME>

```

- Metadata Citra Satelit Landsat 8 4 Juli 2016

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S.
Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0701607085664_00002"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180652016186LGN00"
    FILE_DATE = 2016-07-08T22:49:22Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.2"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 118
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2016-07-04
  SCENE_CENTER_TIME = "02:35:38.2837130Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18161
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.07196
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17343
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.13944
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29526
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.07696
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28424
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.15407
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT =
618600.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683400.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT =
847500.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683400.000
```

```
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT =
618600.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
917100.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT =
847500.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
917100.000
PANCHROMATIC_LINES = 15581
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15261
REFLECTIVE_LINES = 7791
REFLECTIVE_SAMPLES = 7631
THERMAL_LINES = 7791
THERMAL_SAMPLES = 7631
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC81180652016186LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC81180652016186LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC81180652016186LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC81180652016186LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC81180652016186LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC81180652016186LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC81180652016186LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC81180652016186LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC81180652016186LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC81180652016186LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC81180652016186LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC81180652016186LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME =
"LC81180652016186LGN00_MTL.txt"
```

```
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20160704021218_20160704035047.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20160620195437_20160707083823.01"
CPF_NAME = "L8CPF20160701_20160930.01"
RLUT_FILE_NAME =
"L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 6.36
CLOUD_COVER_LAND = 8.44
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_MODEL = "FINAL"
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 42.64114829
SUN_ELEVATION = 48.59798402
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0167499
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 191
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.618
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.222
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.963
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 735.22644
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -60.71524
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 752.88086
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -62.17315
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 693.77325
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -57.29202
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 585.02869
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -48.31186
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 358.00839
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -29.56445
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 89.03343
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.35241
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 30.00903
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.47816
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 662.09149
```



```

RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -54.67573
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 139.91780
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.55446
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1

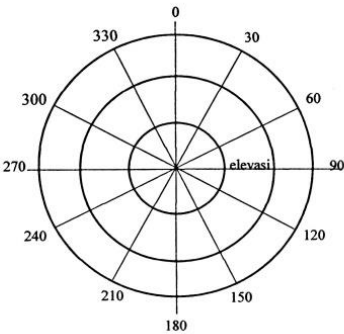
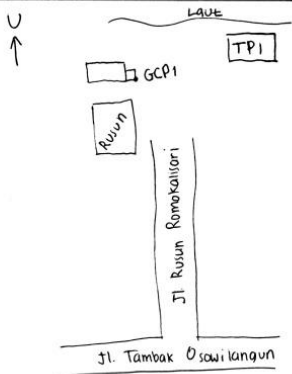
```

```
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
  RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2145E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2437E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1461E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6643E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9141E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.4708E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9573E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.0937E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3114E-03
  RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
  RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
  RADIANCE_ADD_BAND_1 = -60.72738
  RADIANCE_ADD_BAND_2 = -62.18558
  RADIANCE_ADD_BAND_3 = -57.30348
  RADIANCE_ADD_BAND_4 = -48.32152
  RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.57036
  RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.35388
  RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.47865
  RADIANCE_ADD_BAND_8 = -54.68667
  RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.55677
  RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
  RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
  REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
  REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
```

```
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
    K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
    K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
    K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
    K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
    MAP_PROJECTION = "UTM"
    DATUM = "WGS84"
    ELLIPSOID = "WGS84"
    UTM_ZONE = 49
    GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
    GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
    GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
    ORIENTATION = "NORTH_UP"
    RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

LAMPIRAN 3

Formulir dan Dokumentasi Pengukuran GCP

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik	GCP 1	Hari/Tanggal	16 Maret 2017
Lokasi	Rusun Romokalisari	Pelaksana	Deni Ratnasari Arqatyo Prayuda
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Tipe	Topcon	Tipe	Topcon
No. Seri		No. Seri	
Pengamatan			
Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY(UTC)		Day of Year (DOY)	
Elevation Mask	15 degree	Epoch Interval	
Awal Pengamatan	08.00	Akhir Pengamatan	09.00
Koordinat Pendekatan	Lintang (North/South)	Bujur (East/West)	Tinggi Ellipsoid (m)
	9 20 40.24, 85	6 8 37 56.42	
Tinggi Antena			
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
Tinggi Miring	Tinggi Tegak	Tinggi Miring	Tinggi Tegak
1. 1.300 (m)	1. (m)	1. 1.300 (m)	1. (m)
2. (m)	2. (m)	2. (m)	2. (m)
3. (m)	3. (m)	3. (m)	3. (m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			
			

FORMULIR PENGAMATAN GPS

Nama Titik	ICP 1	Hari/Tanggal	16 Maret 2017
Lokasi	Rusun Romokalisari (Tempat Pelelongan Ikan)	Pelaksana	Renita Elizabeth S Diah Agustin

Antena dan Receiver

Antena		Receiver	
Tipe	Topcon	Tipe	Topcon
No. Seri		No. Seri	

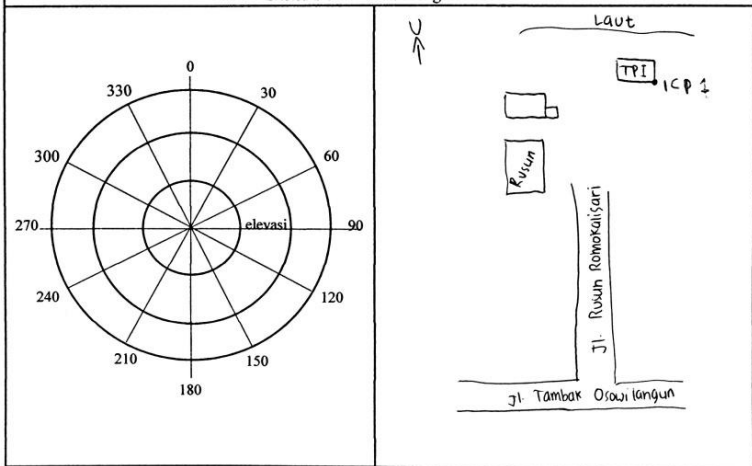
Pengamatan

Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY(UTC)		Day of Year (DOY)	
Elevation Mask	15 degree	Epoch Interval	
Awal Pengamatan	14:30	Akhir Pengamatan	14:45
Koordinat Pendekatan	Lintang (North/South) 9204095,893	Bujur (East/West) 683725,068	Tinggi Ellipsoid (m)

Tinggi Antena

Sebelum Pengamatan		Sesudah Pengamatan	
Tinggi Miring	Tinggi Tegak	Tinggi Miring	Tinggi Tegak
1. 350 (m)	1. 1.350 (m)	1. 1.350 (m)	1. 1.350 (m)
2. (m)	2. (m)	2. (m)	2. (m)
3. (m)	3. (m)	3. (m)	3. (m)

Sketsa Detail Lokasi Pengamatan



LAMPIRAN 4

Dokumentasi



BIODATA PENULIS



Renita Elizabeth Sianipar merupakan anak pertama dari empat bersaudara dan dilahirkan di kota Cilacap, 15 Juli 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Srigunting Cilacap, SD Patra Mandiri Cilacap, SMP Negeri 1 Cilacap, SMA Negeri 1 Cilacap dan melanjutkan kuliah S-1 di Jurusan Teknik Geomatika-FTSP ITS Surabaya dengan NRP 3513100091. Selama menjadi mahasiswa, penulis

aktif di unit kegiatan mahasiswa Paduan Suara Mahasiswa ITS. Bersama dengan PSM ITS penulis telah mengikuti berbagai lomba baik di tingkat nasional maupun internasional. Untuk menyelesaikan pendidikan jenjang S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial dengan judul “Analisis Spasial Pencemaran Air dengan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Daerah Muara Kali Lamong, Surabaya)”